

**PCT**WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

|  |  |   |
|--|--|---|
| (51) Internationale Patentklassifikation 6:<br><b>H01M 8/04</b>  | <b>A1</b>  | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 97/33331</b><br>(43) Internationales<br>Veröffentlichungsdatum: <b>12. September 1997 (12.09.97)</b> |
| (21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE97/00291</b><br>(22) Internationales Anmeldedatum: <b>14. Februar 1997 (14.02.97)</b><br><br>(30) Prioritätsdaten:<br><b>196 08 739.2</b> <b>6. März 1996 (06.03.96)</b> <b>DE</b><br><br>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten außer US): <b>SIEMENS<br/>AKTIENGESELLSCHAFT (DE/DE); Witzlebacherplatz 2,<br/>D-80333 München (DE).</b><br><br>(72) Erfinder; und<br>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): <b>RUMMEL, Werner<br/>[DE/DE]; Froebelstrasse 15, D-91058 Erlangen (DE).</b> | (81) Bestimmungsstaaten: <b>CA, JP, NO, US, europäisches Patent<br/>(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU,<br/>MC, NL, PT, SE).</b><br><br>Veröffentlicht<br><i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> |   |

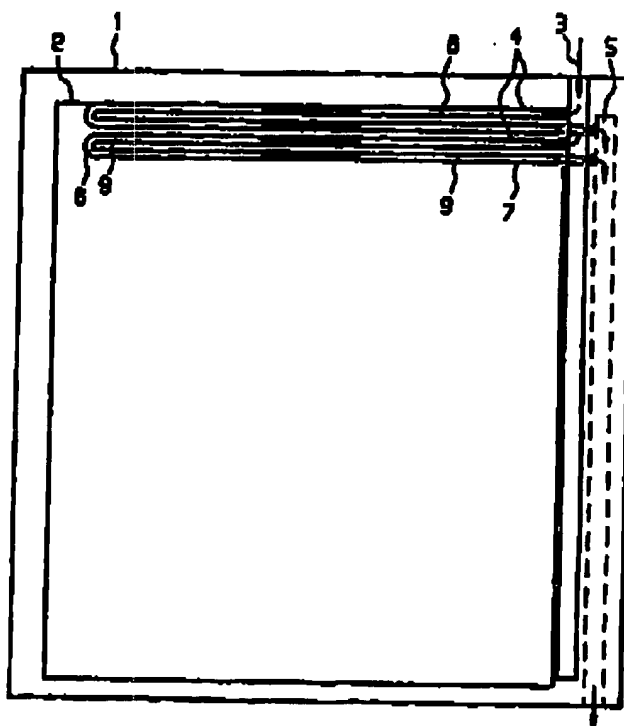
(54) Title: **FUEL CELL WITH INTERNAL MOISTENING**(54) Bezeichnung: **BRENNSTOFFZELLE MIT INTERNER BEFEUCHTUNG**

## (57) Abstract

The invention relates to a fuel cell with structural grooving on the bipolar plates or the electrodes which enables use, inside the cell, of water, arising during the electrochemical reaction, to moisten the cell. Complicated pre-moistening of the reactant can therefore be avoided.

## (57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Brennstoffzelle mit einer Strukturprägung auf den Bipolarplatten oder den Elektroden, die es ermöglicht, daß innerhalb der Zelle das bei der elektrochemischen Reaktion entstehende Wasser zur Befeuchtung der Zelle genutzt werden kann. Eine aufwendige Vorbefeuchtung der Reaktanden kann dabei eingespart werden.



**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

|    |                                |    |                                   |    |                                |
|----|--------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|
| AM | Armenien                       | GB | Vereinigtes Königreich            | MX | Mexiko                         |
| AT | Österreich                     | GE | Georgien                          | NE | Niger                          |
| AU | Australien                     | GN | Guinea                            | NL | Niederlande                    |
| BB | Barbados                       | GR | Griechenland                      | NO | Norwegen                       |
| BE | Belgien                        | HU | Ungarn                            | NZ | Neuseeland                     |
| BF | Burkina Faso                   | IE | Irland                            | PL | Polen                          |
| BG | Bulgarien                      | IT | Italien                           | PT | Portugal                       |
| BJ | Benin                          | JP | Japan                             | RO | Rumänien                       |
| BR | Brasilien                      | KE | Kenya                             | RU | Russische Föderation           |
| BY | Belarus                        | KG | Kirgisien                         | SD | Sudan                          |
| CA | Canada                         | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | SE | Schweden                       |
| CF | Zentrale Afrikanische Republik | KR | Republik Korea                    | SG | Singapur                       |
| CG | Kongo                          | KZ | Kasachstan                        | SI | Slowenien                      |
| CH | Schweiz                        | LI | Liechtenstein                     | SK | Slowakei                       |
| CI | Côte d'Ivoire                  | LK | Sri Lanka                         | SN | Senegal                        |
| CM | Kamerun                        | LR | Liberia                           | SZ | Südafrika                      |
| CN | China                          | LT | Litauen                           | TD | Tschad                         |
| CS | Tschechoslowakei               | LU | Luxemburg                         | TC | Togo                           |
| CZ | Tschechische Republik          | LV | Lettland                          | TJ | Tadschikistan                  |
| DE | Deutschland                    | MC | Monaco                            | TT | Trinidad und Tobago            |
| DK | Dänemark                       | MD | Republik Moldau                   | UA | Ukraine                        |
| EE | Estland                        | MG | Madagaskar                        | UG | Uganda                         |
| ES | Spanien                        | ML | Mali                              | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| FI | Finnland                       | MN | Mongolei                          | UZ | Usbekistan                     |
| FR | Frankreich                     | MR | Mauritania                        | VN | Vietnam                        |
| GA | Gabon                          | MW | Malawi                            |    |                                |

WO 97/33331

PCT/DE97/00291

1

## Beschreibung

## Brennstoffzelle mit interner Befeuchtung

- 5 Die Erfindung betrifft eine Brennstoffzelle, die jeweils einen Versorgungs- und Entsorgungskanal für die Medien, eine Membran-Elektroden-Einheit sowie zwei medien-führende Elemente mit Strukturprägung umfaßt.
- 10 In PEM-Brennstoffzellen, die mit gasförmigen Reaktanden betrieben werden, entsteht als Reaktionsprodukt in aller Regel Wasser, das im allgemeinen durch die abströmenden Reaktanden ständig wieder aus den Zellen abtransportiert wird. Um die optimale Funktionsfähigkeit einer Brennstoffzellen zu erhalten, gehört, daß ihre Membran-Elektroden-Einheit gleichmäßig
- 15 feucht gehalten wird.

- Bislang werden Brennstoffzellen dadurch feucht gehalten, daß die zugeführten Reaktanden, die meist gasförmig vorliegen,
- 20 befeuchtet werden. Diese Gase werden dazu in Befeuchtern, die den Zellen vorgeschaltet sind, auf die in den Zellen herrschende Temperatur gebracht und mit Flüssigkeitsdampf gesättigt (siehe dazu beispielsweise DE-OS 42 01 632). Diese Vorgehensweise gewährleistet eine, insbesondere am Gaseingang
- 25 ausreichende, Befeuchtung der Zellen. Nachteilig bei dieser Konstruktion ist,

- daß keine, über die gesamte aktive Zellfläche hinweg gleichmäßige Befeuchtung resultiert und
- 30 -daß für die Befeuchter ein nicht unerheblicher konstruktiver und materieller Aufwand erforderlich ist.

- Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Konstruktion einer Brennstoffzelle zur Verfügung zu stellen, die
- 35 eine gleichmäßige Befeuchtung der gesamten aktiven Zellfläche ohne externen Befeuchter gewährleistet und die einfach, mit

WO 97/33331

PCT/DE97/00291

2

vermindertem Materialaufwand und möglichst kompakt realisierbar ist.

5       Allgemeine Erkenntnis der vorliegenden Erfindung ist, daß das  
bei der elektrochemischen Reaktion in der Brennstoffzelle  
entstehende Produkt wegen des bestehenden Konzentrationsge-  
fälles innerhalb der Zelle in die trockenen Bereiche der Zel-  
le diffundiert. Dieser Diffusionsvorgang ist nicht nur unab-  
hängig von der Strömungsrichtung des Mediums in einem Kanal,  
10       sondern kann auch quer zu ihr, zu benachbarten Kanälen hin  
verlaufen.

      Gegenstand der Erfindung ist eine Brennstoffzelle, jeweils  
einen Versorgungs- und einen Entsorgungskanal für die Medien,  
15       eine Membran-Elektroden-Einheit und zwei medien-führende Ele-  
mente mit Strukturprägung umfassend, wobei mittels zumindest  
einer Strukturprägung das mit dem Reaktionsprodukt angerei-  
cherte Medium so über die Zelle geleitet wird, daß eine  
gleichmäßige Befeuchtung der Zelle resultiert.

20       Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in  
den Unteransprüchen sowie der Beschreibung, den Figuren und  
den Erläuterungen dazu enthalten.

25       Bevorzugt ist die Brennstoffzelle so konstruiert, daß die  
Strukturprägung einzelne Strukturkanäle aufweist. Dabei sind  
zumindest zwei der Strukturkanäle über Haarnadelkurven so  
verbunden, daß der Einlaß des einen Kanals, wo das trockene  
und unverbrauchte Medium auf die aktive Zellfläche trifft,  
30       sich in unmittelbarer Nachbarschaft zu dem zweiten Kanal, in  
dem das verbrauchte und mit Reaktionsprodukt angereicherte  
Medium fließt, befindet. Die Feuchtigkeit aus dem benachbar-  
ten Kanal wird teils über die Membran und teils über Diffusi-  
onsvorgänge, die u.a. über die Elektrodenstruktur, z.B. den  
35       Kohlefilz, stattfinden, an die trockene Stelle transportiert  
(Figur 1).

WO 97/33331

PCT/DE97/00291

3

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind die Versorgungs- und Entsorgungskanäle der Medien einander gegenüberliegend auf zwei Seiten der Zelle so angeordnet, daß die beiden Medien, das trockene und das feuchte, im Gegenstrom, bezogen auf die Strömungsrichtung in den einzelnen Strukturkanälen, zueinander führbar sind (Figur 2).

Als vorteilhaft hat sich bei der gegenüberliegenden Anordnung von Versorgungs- und Entsorgungskanal herausgestellt, daß pro Medium jeweils zwei Versorgungs- und zwei Entsorgungskanäle vorgesehen sind, wobei jeder Kanal so an einen Versorgungs- und einen Entsorgungskanal angeschlossen ist (Figur 3), daß das Medium in zwei aufeinanderfolgenden Strukturkanälen antiparallel strömt.

Die erfindungsgemäße Brennstoffzelle ist so konstruiert, daß beide Reaktanden, nämlich Brennstoff einer- und Oxidans andererseits, den Zellen trocken, d.h. unbefeuchtet zuführbar sind. Somit kann auf (externe) Befeuchter verzichtet werden, wodurch die damit verbundenen konstruktiven und wirtschaftlichen Nachteile entfallen. Bei einer Ausführungsform der Erfindung kann jedoch auch nur ein Element auf einer Seite der Zelle, beispielsweise der Kathodenseite, mit der erfindungsgemäßen Strukturprägung ausgestattet sein. Das medienführende Element auf der anderen Seite, im vorgenannten Beispiel auf der den Brennstoff führenden Seite, ist dann nicht mit der erfindungsgemäßen Strukturprägung ausgestattet. Der zugeführte Brennstoff kann in diesem Fall extern befeuchtet werden.

Die Medien können einzeln befeuchtet oder unbefeuchtet in die erfindungsgemäße Brennstoffzelle geführt werden, sie können aber auch teilbefeuchtet in die Zelle geführt werden.

Als „Membran-Elektroden-Einheit“ wird eine Einheit bestehend aus einem Elektrolyten, den Katalysator-Schichten, die die Elektroden beinhalten, und ggf. den Stromkollektoren, die

WO 97/33331

PCT/DE97/00291

4

auch die Gasfeinverteilung auf der Zellfläche bewirken können, bezeichnet. Die Stromkollektoren können z.B. aus porösem Kohlepapier oder -gewebe, das z.B. partiell hydrophil sein kann, bestehen, das die Diffusion des Wassers entlang der Zellfläche zulässt.

- Als „Medium“ werden im Sinne der vorliegenden Erfindung zunächst alle Gase und Flüssigkeiten bezeichnet, die in Brennstoffzellen als Oxidans wirken können. Beispielfhaft seien genannt Luft, Sauerstoff und beliebige Mischungen aus diesen Komponenten. Darüber hinaus wird als Medium jede Art von Brennstoff bezeichnet, wie beispielsweise Wasserstoff, Methanol, Synthese- und/oder Reformergas sowie Erdgas.
- Als „feuchtes Medium“ wird das Medium bezeichnet, das bereits Produktwasser aufnehmen konnte, also beim Luftbetrieb im Falle des Oxidans die an  $O_2$  verarmte und mit  $H_2O$  oder dem entstandenen Reaktionsprodukt angereicherte Abluft.
- Als „trockenes Medium“ wird das frische, unverbrauchte Medium bezeichnet, das die Zellfläche gerade erreicht. Im Falle des Luftbetriebs ist das z.B. die  $O_2$  in noch unveränderter Konzentration enthaltende Zuluft.
- Unter „Versorgungskanal“ wird jeder Kanal verstanden, der ein Medium zur Umsetzung auf eine Zellfläche hintransportiert. Entsprechend wird unter „Entsorgungskanal“ jeder Kanal verstanden, der ein Medium nach seiner Umsetzung auf der Zellfläche von der Zellfläche wieder wegtransportiert.
- Als „Reaktionsprodukt“ wird das Produkt der elektrochemischen Reaktion in der Brennstoffzelle bezeichnet, das aus Brennstoff und Oxidans entsteht. Das Reaktionsprodukt entsteht an einer der Elektroden und gelangt wegen des Konzentrationsgefälles zwischen den Elektroden durch Diffusion auch zu der anderen Elektrode. Bevorzugt handelt es sich um Wasser, das an der Kathode entsteht. Das Reaktionsprodukt liegt meistens

W 97/33331

PCT/DE97/00291

5

flüssig und gasförmig nebeneinander vor, es kann jedoch auch nur flüssig oder nur gasförmig vorliegen.

Als „Elektrolyt“ wird jede Art von ionenleitender Schicht innerhalb der Brennstoffzelle bezeichnet, bei der bevorzugt behandelten PEMFC ist der Elektrolyt, wie der Name bereits verrät, eine Polymermembran.

Unter „gleichmäßiger Befeuchtung“ der Zelle wird verstanden, daß jeder Bereich der Zelle, der einen Leistungsabfall oder gar eine Leistungsstörung bei Trockenheit aufweist, vom Befeuchtungssystem erfaßt ist. Die Bezeichnung „trockener Bereich“ wird nur für Bereiche verwendet, die aufgrund ihrer unerwünschten Trockenheit Störungen der normalen Funktion der Brennstoffzelle bewirken. Bevorzugt wird gemäß der Erfindung das Reaktionswasser noch innerhalb der Zelle zur Membran zurückgeführt, um deren Austrocknen zu verhindern.

Als „medien-führende Elemente“ werden Elektroden oder Bipolarplatten bezeichnet, die Räume haben, in denen die, beispielsweise gasförmigen, Medien geführt werden. Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann es sich um Bipolarplatten oder Elektroden handeln, die Gas- und Kühlmedienführung in einer Platte integriert vorsehen. Das Material der medien-führenden Elemente muß so beschaffen sein, daß es die Diffusion des Reaktionsproduktes zuläßt.

Unter „Strukturprägung“ werden alle Arten von Rinnen und Nuten verstanden, in denen die Medien über die Zelle geleitet werden können. Diese unter dem Oberbegriff „Kanal“ oder „Strukturkanal“ zusammenfaßbaren Medienräume können ihrerseits geradlinig über die aktive Zellfläche verlaufen oder auch gekrümmt oder kurvig sein. Das Profil der Rinnen- und Nutenränder, beispielsweise der Rippen zwischen zwei Strukturkanälen, kann alle möglich n geometrischen Formen annehmen wie die eines Trapezes oder eines Zylinders. Die genannten, die Geometrie der Strukturkanäle und der -prägung betreffen-

WO 97/33331

PCT/DE97/00291

6

den Spezifizierungen sollen keineswegs die vorliegende Erfindung begrenzen, sondern sind vielmehr zur Veranschaulichung der Erfindung gedacht. Das erfindungsgemäße Prinzip kann mit allen Arten von geometrischen Formen verwirklicht werden.

5

Unter „Strömungsrichtung“ wird die Hauptrichtung des Medienstroms verstanden, ungeachtet irgendwelcher Seitenströmungen.

Alle in der Beschreibung enthaltenen Definitionen gelten auch für die Ansprüche, die Zusammenfassung und die Erläuterung zu den Figuren.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben und werden anhand der nachfolgenden Figuren erläutert.

Dabei zeigen Figuren 1 bis 3 jeweils eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Zelle und zwar auf ein medien-führendes Element.

20

Figur 1 zeigt eine Draufsicht auf ein erfindungsgemäß geprägtes medien-führendes Element. Linie 1 umschließt die gesamte Zellfläche und Linie 2 umschließt den Teil der Zellfläche, auf der die Umsetzung stattfindet, der auch die aktive Fläche der Zelle genannt wird. Im Normalbetrieb gelangt das trockene Medium 8 über den Versorgungskanal 3 in einen der einzelnen Strukturkanäle 4 auf der aktiven Fläche und strömt entlang dem Kanal 4 von rechts nach links, wobei es zunehmend Reaktionsprodukt, im vorliegenden Fall Wasser, anreichert. Kurz vor der Haarnadelkurve 6 ist das feuchte Medium 9 mit Reaktionswasser annähernd gesättigt und ändert in der Haarnadelkurve 6 seine Strömungsrichtung um wieder auf die, in der Darstellung rechte Seite und zum Entsorgungskanal 5 hinzuströmen. Auf dem Weg von links nach rechts, also entlang dem Kanal 7, gibt dann das mit Reaktionswasser angereicherte Medium Reaktionswasser an die Umgebung ab, weil es über die trockenen Berei-

35



WO 97/33331

PCT/DE97/00291

7

ch der Brennstoffzelle, die sich auf der rechten Seite der Brennstoffzelle befindet, fließt.

In der Figur 1 sind lediglich zwei einzelne Strukturkanäle 4, die das trockene Medium 8 vom Versorgungskanal aufnehmen und lediglich zwei einzelne Strukturkanäle 7, die das mit Reaktionswasser angereicherte feuchte Medium 9 zum Entsorgungskanal hinführen, gezeigt. Es handelt sich hierbei nur eine schematische Darstellung, die das Prinzip der Erfindung verdeutlichen soll. Erfindungsgemäß können beliebig viele derartige Strukturkanäle auf einer Zellfläche angeordnet sein je nachdem, wie es für die jeweilige Anwendung praktikabel ist.

Figur 2 zeigt ebenfalls eine Draufsicht auf ein erfindungsgemäßes medien-führendes Element, wobei diese Ausgestaltung so konstruiert ist, daß der Versorgungskanal 3 und der Entsorgungskanal 5 jeweils auf zwei sich gegenüberliegenden Seiten der Brennstoffzelle angebracht sind. Im normalen Verlauf gelangt das trockene Medium 8 über den Versorgungskanal 3 in einen der einzelnen Strukturkanäle 4 durch den es von rechts nach links strömt und sich dabei wie in Figur 1 mit Reaktionswasser anreichert. Das befeuchtete Medium ändert in der Haarnadelkurve 6 wieder seine Strömungsrichtung und bringt Feuchtigkeit in das Gebiet 10, das zur Einlaßstelle des trockenen Mediums 8 benachbart ist. Dort gibt es wieder einen Teil seines Reaktionswassers ab, ändert wiederum in einer Haarnadelkurve seine Strömungsrichtung und strömt schließlich wieder von rechts nach links zum Entsorgungskanal 5 hin. Über den Entsorgungskanal 5 verläßt es die aktive Fläche der Brennstoffzelle. Bei dieser erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist es besonders vorteilhaft, daß der Versorgungskanal 3 und der Entsorgungskanal 5 auf einer Ebene liegen können, wie in der Figur 2 durch die jeweils in durchgehenden Linien gezeichneten Strukturkanäle sichtbar gemacht wird.

Figur 3 schließlich zeigt die Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Brennstoffzelle, bei der das Prinzip der internen Be-

WO 97/33331

PCT/DE97/00291

8

feuchtung ohne Haarnadelkurven, mit einzelnen Strukturkanälen verwirklicht wird. Zu sehen sind die Versorgungskanäle 3a und 3b links und rechts auf der Seite der Brennstoffzellenfläche angeordnet, durch die das trockene Medium 8 die einzelnen Kanäle 4 erreicht. Zu sehen sind drei Strukturkanäle 4, durch die das trockene Medium 8 von einer Seite zur anderen fließt und dabei Reaktionswasser anreichert. Jeder einzelne Kanal 4 hat deshalb einen Bereich, in dem das trockene Medium 8 und einen Bereich, in dem das befeuchtete Medium 9 fließt. Die jeweiligen Bereiche 8 und 9 zweier aufeinanderfolgender Strukturkanäle 4 sind dabei entgegengesetzt angebracht, so daß ein Bereich in dem das trockene Medium 8 geführt wird, umschlossen ist von zwei Bereichen auf der Zellenfläche, in denen das feuchte Medium 9 fließt. Gestrichelt sind wieder die, auf einer anderen Ebene als die Versorgungskanäle 3a und 3b liegenden, Entsorgungskanäle 5a und 5b, durch die das befeuchtete und abreagierte Medium die Zellfläche wieder verläßt. Bei dieser erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist es besonders vorteilhaft, daß die Druckverluste bei der Führung des Mediums, die durch die Haarnadelkurven entstehen können, vermieden werden.

Die erfindungsgemäßen Brennstoffzellen lassen sich zu einer Batterie zusammenfügen, wobei mehrere Zellen in Serie geschaltet werden. Dabei sind die Versorgungs- und Entsorgungskanäle an ein größeres System zur Medienver- und Entsorgung gekoppelt und es fließt jeweils nur ein Teil des, in einem Versorgungskanal fließenden, trockenen Mediums auf eine Zellfläche hin. Ansonsten bleibt das erfindungsgemäße Prinzip voll erhalten. Derartige Batterien können in verschiedenen stationären und mobilen Anwendungen der Energieversorgung durch Brennstoffzellentechnik eingesetzt werden.

WO 97/33331

PCT/DE97/00291

9

## Patentansprüche

1. Brennstoffzelle, jeweils einen Versorgungs- und einen Entsorgungskanal für die Medien, eine Membran-Elektroden-Einheit  
5 und zwei medien-führende Elemente mit Strukturprägung umfassend, wobei mittels zumindest einer Strukturprägung das mit dem Reaktionsprodukt angereicherte Medium so über die Zelle geleitet wird, daß eine gleichmäßige Befeuchtung der Zelle resultiert.
- 10 2. Brennstoffzelle nach Anspruch 1, bei der nur ein medien-führendes Element Strukturprägung besitzt.
3. Brennstoffzelle nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Strukturprägung einzelne Strukturkanäle aufweist.  
15
4. Brennstoffzelle nach Anspruch 3, bei der die Strukturkanäle zumindest teilweise über Haarnadelkurven verbunden sind.
- 20 5. Brennstoffzelle nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der für ein Medium zumindest ein Versorgungs- und ein Entsorgungskanal einander gegenüberliegend auf zwei Seiten der Zelle angeordnet sind.
- 25 6. Brennstoffzelle nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei für zumindest ein Medium zwei Versorgungs- und zwei Entsorgungskanäle vorgesehen sind.
7. Brennstoffzelle nach Anspruch 6, bei der jeder einzelne  
30 Kanal so an einen Versorgungs- und einen Entsorgungskanal angeschlossen ist, daß das Medium in zwei aufeinanderfolgenden Strukturkanälen antiparallel strömt.
8. Batterie, bestehend aus einem Stapel von Brennstoffzellen,  
35 bei dem zumindest eine der Brennstoffzellen nach einem der vorstehenden Ansprüche ausgebildet ist.

WO 97/33331

PCT/DE97/06291

10

9. Verfahren zum Betrieb einer Brennstoffzelle, w bei die Brennstoffzelle intern befeuchtet wird, indem das bei der elektrochemischen Reaktion freiwerdende Wasser zur Befeuchtung trockener Bereiche der Zelle gleichmäßig über und/oder  
5 in die Nähe dieser Bereiche geleitet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem das feuchte Medium in Strukturkanälen geleitet wird.

10

15

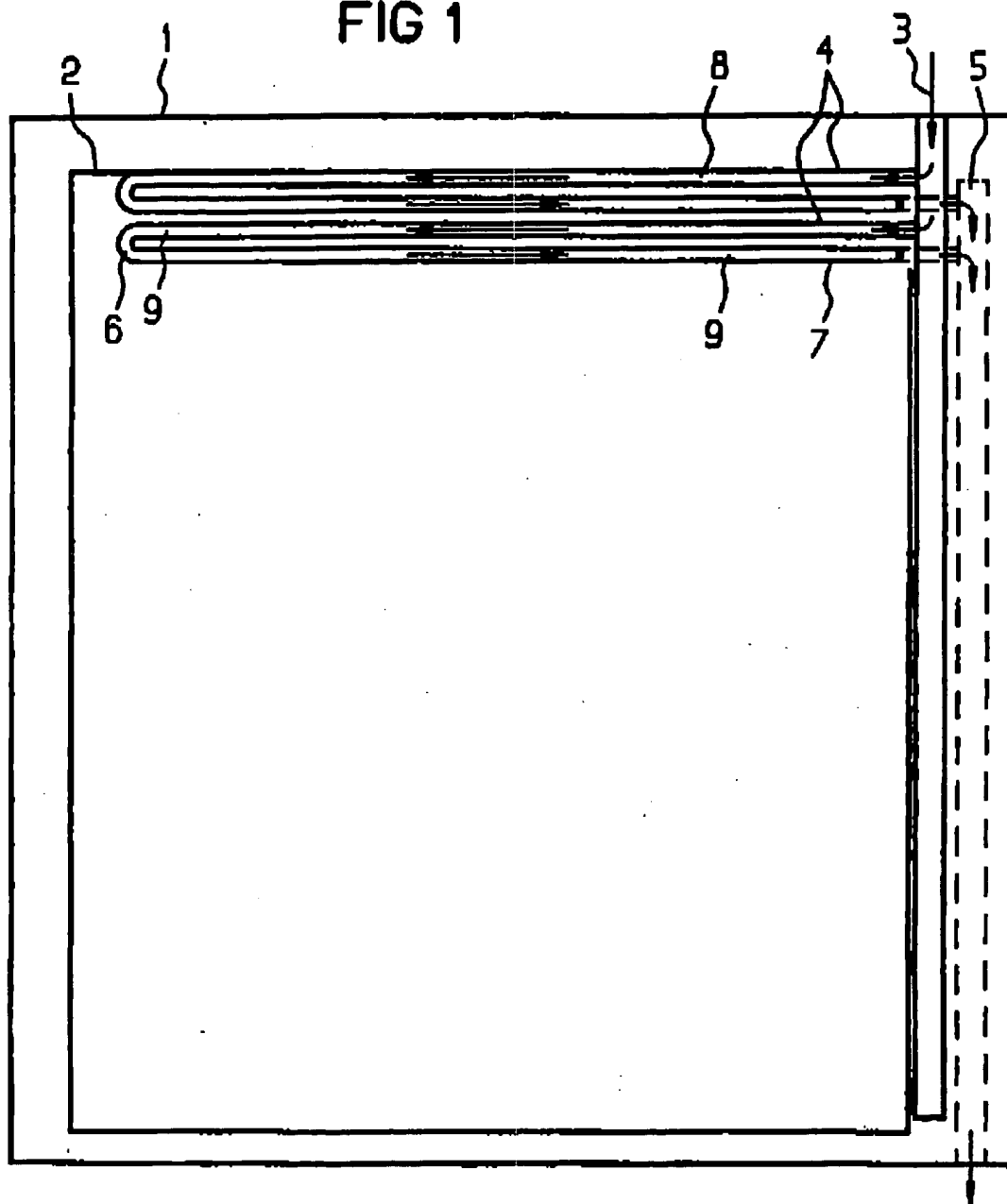
20

WO 97/33331

PCT/DE97/00291

1/3

FIG 1

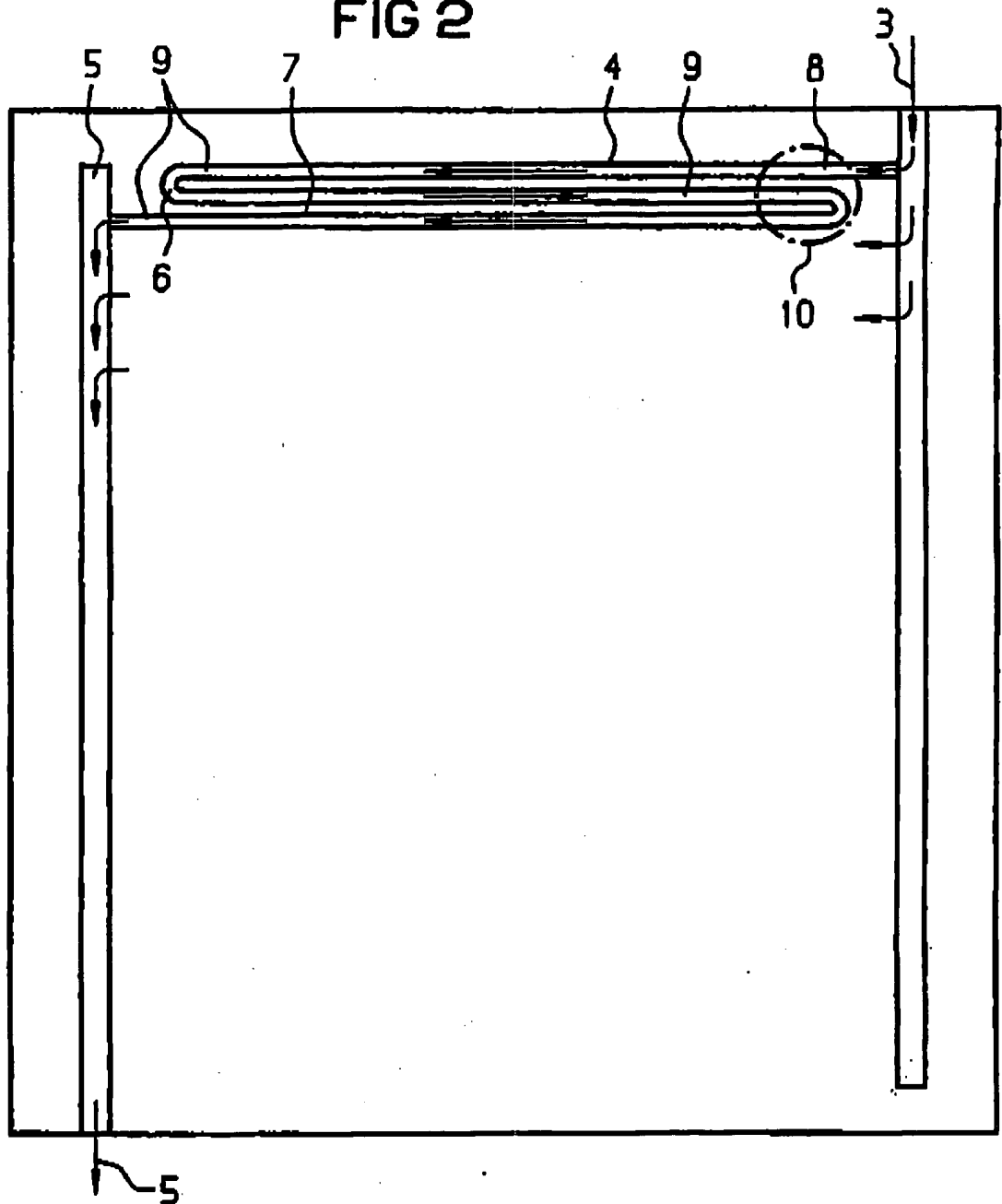


WO 97/33331

PCT/DE97/00291

2/3

FIG 2

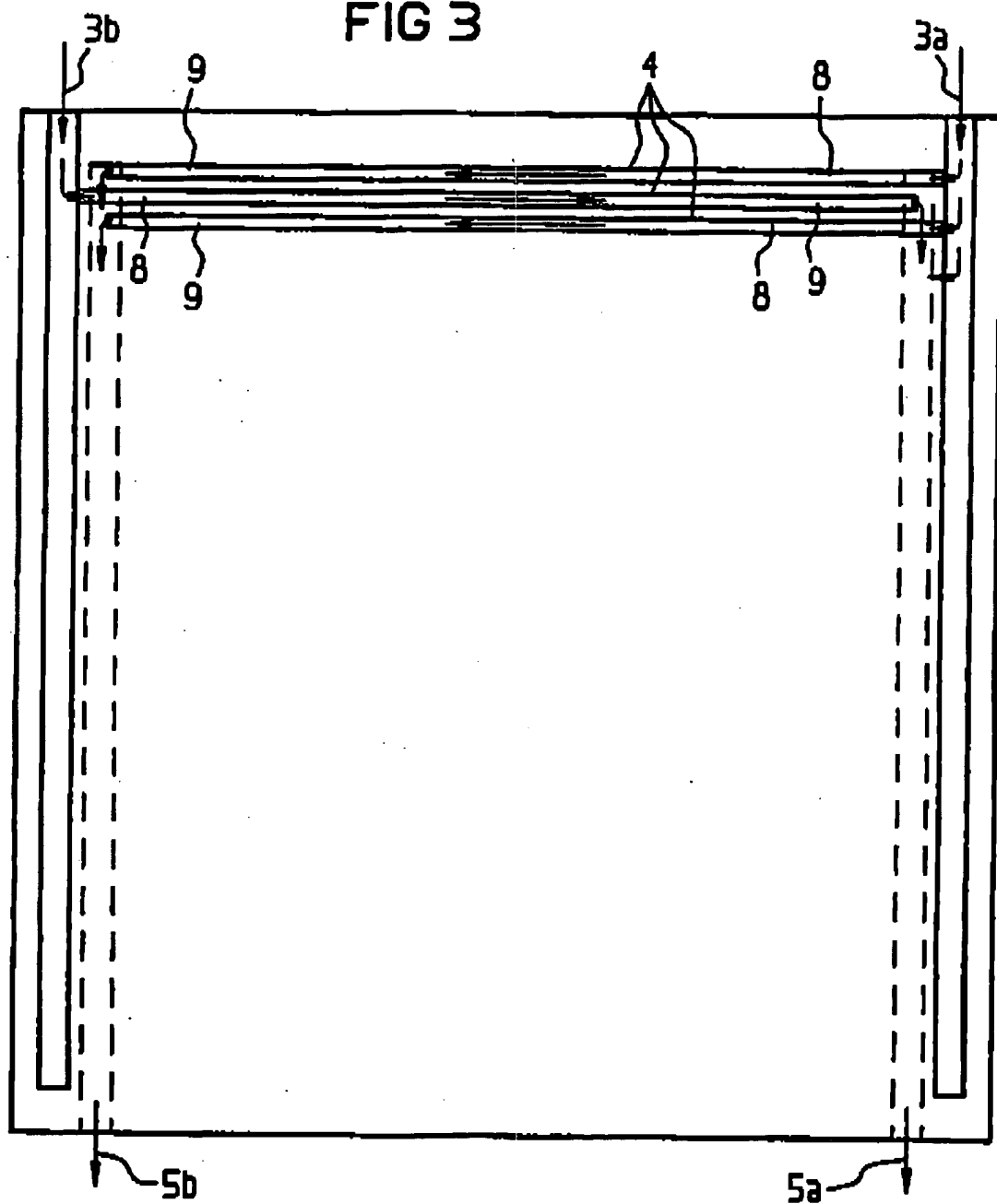


WO 97/33331

PCT/DE97/00291

3/3

FIG 3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No

PCT/DE 97/06291

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 H01M8/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Mainstream documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01M

Documentation searched other than mainstream documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X          | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 096, no. 002, 29 February 1996<br>& JP 07 263003 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 13 October 1995,<br>see abstract                                 | 1-10                  |
| A          | ---<br>WO 94 15377 A (INT FUEL CELLS CORP) 7 July 1994<br>see the whole document  | 1-10                  |
| A          | ---<br>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 018, no. 672 (E-1646), 19 December 1994<br>& JP 06 267560 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 22 September 1994,<br>see abstract<br>---<br>-/- | 1-10                  |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application has cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 June 1997

Date of mailing of the international search report

20.06.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.O. 5818 Patentplan 2  
NL - 2280 MV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 631 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Engl, H



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Appl. No.

PCT/DE 97/00291

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to class No. |
|------------|---|-----------------------|
| A          | <p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br/>vol. 018, no. 308 (E-1560), 13 June 1994<br/>&amp; JP 06 068896 A (FUJI ELECTRIC CO LTD).<br/>11 March 1994,<br/>see abstract</p> <p>-----</p> | 1-10                  |

Form PCT/ISA/210 (continuation of second class) (July 1972)

page 2 f 2

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 97/00291

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| WO 9415377 A                              | 97-07-94            | NONE                       |                     |

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. Index Akkordzeichen

PCT/DE 97/00291

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSBEGENSTANDES  
IPK 6 H01M8/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfung (Klassifikationssystem und Klassifikationszeichen)

IPK 6 H01M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfung gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X          | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 096, no. 002, 29. Februar 1996<br>& JP 07 263003 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 13. Oktober 1995,<br>siehe Zusammenfassung<br>---             | 1-10               |
| A          | WO 94 15377 A (INT FUEL CELLS CORP) 7. Juli 1994<br>siehe das ganze Dokument<br>---  | 1-10               |
| A          | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 018, no. 672 (E-1646), 19. Dezember 1994<br>& JP 06 267560 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 22. September 1994,<br>siehe Zusammenfassung<br>--- | 1-10               |
|            | -/-  |                    |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Field C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam angesehen ist
  - "E" Ein Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
  - "I" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelsfrei erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie angegeben)
  - "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Demonstration oder andere Maßnahmen bezieht
  - "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
  - "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und auf der Auslegung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis der Erfindung zugrundeliegenden Prinzipie oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
  - "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindungsfähiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden
  - "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindungsfähiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann bedeutend ist
  - "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. Juni 1997

Abgeschlossen des internationalen Recherchenberichts

20.06.97

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentkanal 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 240-2040, Tx. 31 651 cpo nl,  
Fax (+31-70) 240-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Engl., H

Formular PCT/ISA/210 (Seite 2) (Juli 1992)

Seite 1 von 2

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Intern.inales Akzentzeichen

**PCT/DE 97/00291****C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Bez. Anspruch Nr. |
|------------|--|-------------------|
| A          | <p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br/>vol. 018, no. 308 (E-1560), 13.Juni 1994<br/>&amp; JP 06 068896 A (FUJI ELECTRIC CO LTD),<br/>11.März 1994,<br/>siehe Zusammenfassung<br/>-----</p> | 1-10              |

Formblatt PCT/ISA/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (Juli 1992)

Seite 2 von 2

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Abkürzungen

PCT/DE 97/00291

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WD 9415377 A                                       | 07-07-94                      | KEINE                             |                               |

Formblatt PCT/ISA/218 (Antrag PatentfamiBer/Juli 1992)